

2. Головин Ю.И., Тюрин А.И., Асланян Э.Г., Пирожкова Т.С., Васюков В.М. Физико-механические свойства и микромеханизмы локального деформирования материалов с различной зависимостью твердости от глубины отпечатка // ФТТ. – 2017. – Т. 59. – № 9. – С. 1778 – 1786.
3. Burlakova V.E., Belikova M.A., Tyurin A.I., Pirozhkova T.S., Drozan E.G., Novikova A.A., Sadyrin E.V. Mechanical properties and size effects of self-organized film // Journal of Tribology. – 2019. – P. 141. – No 5. – P. 051601.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕФОРМАЦИИ ЭТАЛОННЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ШИРОГРАФИИ

П.Е. РАСПОПИН<sup>1</sup>, М.В. БУРКОВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Томский политехнический университет

<sup>2</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: [per2@tpu.ru](mailto:per2@tpu.ru)

В связи с развитием компьютерных технологий, появилась возможность проводить моделирование различных процессов, исключением не стали и процессы неразрушающего контроля. При неразрушающем контроле компьютерное моделирование является удобным инструментом, обеспечивающим глубокое понимание различных методов контроля и наглядную иллюстрацию происходящих процессов, возможность проведения комплексного исследования [1]. Использование компьютерного моделирования позволяет изучать процессы, происходящие при неразрушающем контроле, что позволит подобрать оптимальные параметры для проведения контроля [2]. Другой путь развития цифровой ширографии на основе компьютерного моделирования — это разработка ПО для автоматического обнаружения дефектов. В ходе работы разрабатывалась конечно – элементная модель эталонного образца для цифровой ширографии для детального изучения полей деформации, рисунок 1.

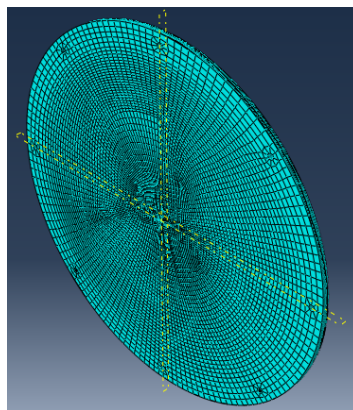


Рисунок 1 – Конечно – элементная модель эталонного образца для цифровой ширографии

Для проведения исследований по изучению полей деформации необходимо было провести количественный анализ по определению значений величин внеплоскостных деформаций. Для этого произведено моделирование процесса приложения механической нагрузки к центру эталонного объекта путем поворота микрометра с шагом 5 мкм. Диапазон нагрузки составил 5-30 мкм. Отображение внеплоскостных деформаций на конечно – элементной модели представлено на рисунке 2.

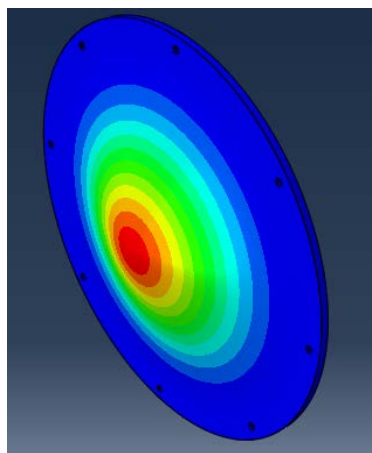


Рисунок 2 – Отображение внеплоскостных деформаций на конечно – элементной модели

Далее производилось моделирование процесса для каждого смещения микрометра, и были получены данные, которые представляют собой значения величины внеплоскостных деформаций. Пример полученных результатов представлен на рисунке 3.

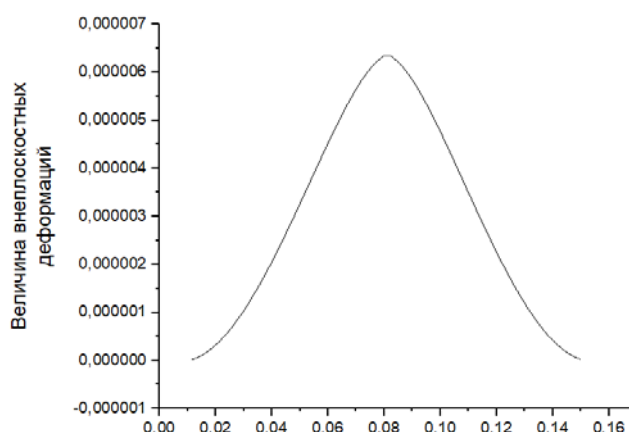


Рисунок 3 – График величины внеплоскостной деформации полученных с помощью FEM

Таким образом, было проведено детальное изучения полей деформации, также в ходе проведения количественного анализа установлено, что внесённые параметры нагружения сопоставимы с полученными значениями внеплоскостных деформаций. Данное исследование показывает, что применение с помощью конечно – элементного моделирования возможно изучения процессов цифровой широкографии, возможно изучения параметров нагружения необходимых для проведения цифровой широкографии, а также полученные данные могут лечь в основу разработки по автоматизированному поиску дефектов.

#### Список литературы

1. D. Akbari, N. Soltani and M. Farahani, “Numerical and experimental investigation of defect detection in polymer materials by means of digital shearography with thermal loading”, Proc IMechE Part B: J Engineering Manufacture 227(3), 430-442 (2012).
2. X. Chen, M. Khaleghi, I. Dobrev, W. Tie, and C. Furlong, “Structural Health Monitoring by Laser Shearography: Experimental and Numerical Investigations”, Experimental and Applied Mechanics DOI 10.1007/978-3-319-06989-0\_20, 148-155 (2015).